

## ENXOFRE

### Nutriente necessário para maiores rendimentos da soja

#### Introdução

A maioria dos solos do Brasil onde se cultiva soja, ou aqueles que ainda serão incorporados aos processos produtivos com cultivo de culturas anuais, tem alguma deficiência de nutrientes ou desequilíbrio entre eles, que impedem as culturas como a soja, o milho e o trigo, de não render o máximo que seu potencial genético garantiria em condições de alta e equilibrada oferta de nutrientes no solo.

A produtividade da soja no Brasil teve nos últimos 10 anos um aumento médio de mais de 1200 kg ha<sup>-1</sup>. Em algumas regiões, os rendimentos médios atingiram 3000 kg ha<sup>-1</sup>, um grande conjunto de agricultores registrou médias acima de 4400 kg ha<sup>-1</sup> e em ensaios de pesquisa são freqüentemente observados rendimentos acima de 5000 kg ha<sup>-1</sup> atingindo até 6500 kg ha<sup>-1</sup>. Nessas maiores produtividades, a soja estaria requerendo melhores condições de fertilidade, das atuais existentes, para assegurar o máximo rendimento determinado pelas novas variedades existentes no mercado.

Do conjunto de itens que compõem o custo de produção da soja, o mais caro é o dos fertilizantes e corretivos. Em situações de baixa disponibilidade de nutrientes nos solos, este custo representa 30% do total de insumos necessários, porém, o uso correto de adubos e calcário é o item que mais contribui para o aumento do rendimento da soja.

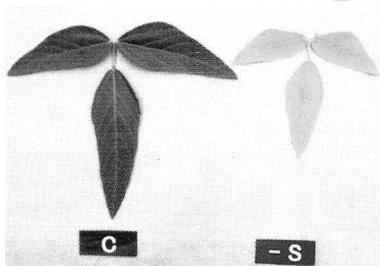
Um dos nutrientes importantes para a soja é o enxofre (S). A principal função do S nas plantas é estrutural, na composição de alguns aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina) e, devido a isso está presente em todas as proteínas vegetais, inclusive enzimáticas e também, de forma indireta, esta envolvido na formação da clorofila.

Os altos rendimentos de soja observados recentemente, foram alcançados com suprimento de S via adubo. Experimentos conduzidos pela Embrapa Soja, revelam aumentos da ordem de 100 a 500 kg/ha em resposta à aplicação nos solos de quantidades entre 25 a 75 kg/ha de S.

O presente trabalho destaca a importância da adubação com o S para o cultivo da soja nas principais regiões produtoras do Brasil, abordando a necessidade da cultura, as respostas da soja às adubações com S e a diagnose para as recomendações de S considerando os resultados de análises de folhas.

#### O enxofre no solo.

O enxofre inorgânico a forma disponível para as plantas ocorre na forma de ânion sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>). Em decorrência de sua carga negativa, o SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> não é atraído para as superfícies da argila do solo e da matéria orgânica, exceto sob certas condições de acidez. Ele permanece na solução do solo e se movimenta com a água do solo e, assim, é prontamente lixiviado. Certos solos acumulam SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> no subsolo, onde há maior quantidade de cargas positivas, disponibilizando o nutriente para culturas com sistema radicular mais profundo. Em regiões áridas, os sulfatos de cálcio, de magnésio, de potássio e de sódio, são as formas predominantes de enxofre inorgânico.



A maior parte do enxofre do solo nas regiões úmidas está associada com a matéria orgânica. Através de transformações biológicas, semelhantes àquelas do nitrogênio, os sulfatos e os compostos de sulfato são produzidos e disponibilizados para as plantas, através da mineralização da matéria orgânica.

O manejo adequado dos solos assegura o uso eficiente do enxofre, reduzindo as perdas por erosão e lixiviação.

A freqüência em ocorrer deficiências de enxofre nos solos cultivados é crescente. Existem vários fatores que contribuem para isso, incluindo:

- › Aumento na produção das culturas que removem grandes quantidades de enxofre;
- › Aumento no uso de fertilizantes de alta concentração que contém pouco ou nenhum enxofre acidental;
- › Menor uso de pesticidas contendo enxofre;
- › Imobilização de enxofre na matéria orgânica que é acumulada em decorrência das práticas conser-

Londrina, PR  
Setembro, 2007

#### Autores

**Gedi Jorge Sfredo**

Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 231

86001-970, Londrina, PR  
sfredo@cnpso.embrapa.br

**Áureo F. Lantmann**

Engº Agrônomo, Dr.  
Pesquisador da  
Embrapa Soja até  
13/01/2003

aureofl@sercomtel.com.br

vacacionistas (plantio direto, cultivo mínimo, etc.);

› Maior preocupação quanto às necessidades de enxofre para produções lucrativas e qualidade dos produtos.

### **A análise foliar e a análise do solo, incluindo análise de subsolo, são recomendadas para aqueles solos com suspeita ou já deficientes em enxofre.**

A análise química do solo para diagnose da disponibilidade de S para a soja tem-se baseado principalmente na determinação dos teores de sulfato. Para a interpretação correta quanto a disponibilidade de S, amostragens da camada superficial (0 a 20 cm) e subsuperficial (20 a 40 cm) devem ser tomadas em pelo menos 20 sub-amostras, devido à mobilidade do nutriente no solo e o seu acúmulo na segunda camada. Na tabela 1 está representada a interpretação da análise de S.

Os solos do Brasil podem apresentar problemas de acidez subsuperficial, uma vez que nem sempre é viável a incorporação do calcário. Assim, camadas mais profundas do solo (abaixo de 20 cm) podem continuar com excesso de alumínio tóxico, mesmo quando tenha sido efetuada uma calagem considerada adequada. Essa condição limita o desenvolvimento do sistema radicular da soja em profundidade, que é uma característica determinante para diminuir a tolerância à seca e a promoção da ciclagem de nutrientes. A aplicação de gesso agrícola diminui a toxidez por alumínio e aumenta a disponibilidade de cálcio, magnésio e de enxofre, resultando num ambiente menos limitante para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Pavan e Volkweiss, 1986).

O gesso, que é uma fonte de S, deve ser utilizado em áreas onde a análise de solo, na profundidade de 20 cm a 40 cm, indicar a saturação de alumínio maior que 10% ou quando o nível de cálcio for inferior a  $0,5 \text{ cmol}_d \text{ m}^{-3}$ . Para evitar a lixiviação de K e de Mg por excesso de aplicação, a recomendação de gesso agrícola deve considerar a classificação textural do solo, aplicando-se a lãço, 700, 1200, 2200 e 3200 kg ha<sup>-1</sup> para solos de textura arenosa (< 15% de argila), média (15 a 35% de argila), argilosa (35 a 65% de argila) e muito argilosa (> 65% de argila), respectivamente.

Tabela 1. Limites para a interpretação de enxofre em análises de solo para a soja, considerando-se os teores das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, para solos argiloso e arenosos. S extraído com Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

Faixas para interpretação	Profundidade (cm)	
	0 a 20	20 a 40
Solo argiloso > 40% de argila		
Baixo	< 5	< 20
Médio	5 a 10	20 a 35
Alto	> 10	> 35
Solo arenoso < 40% de argila		
Baixo	< 2	< 6
Médio	2 a 3	6 a 9
Alto	> 3	> 9

Fonte: Tecnologias de Produção de Soja – Paraná. 2005. p.71.

### **Funções do enxofre nas plantas.**

Diferentemente do cálcio e do magnésio, que são absorvidos pelas plantas como cátions, o enxofre é

absorvido como ânion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Ele pode também, entrar nas folhas das plantas como gás dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) do ar.

O enxofre é parte de cada célula viva e é constituinte de dos 21 aminoácidos que formam as proteínas. Outras funções de enxofre nas plantas são:

- › Ajuda a desenvolver enzimas e vitaminas.
- › Promove a nodulação para a fixação de nitrogênio pelas leguminosas.
- › É necessário na formação da clorofila, apesar de não ser um constituinte dela.
- › Está presente em vários compostos orgânicos que dão os odores característicos do alho, à mostarda e à cebola.
- › É essencial para a formação de proteínas.
- › A maturação das sementes e dos frutos é atrasada quando ocorre sua deficiência.
- › É necessário para a formação de nitrogenase.
- › Aumenta o teor protéico total de forrageiras.
- › Melhora a qualidade dos cereais para o beneficiamento e o processamento como alimento.
- › Aumenta o teor de óleo das sementes de oleaginosas como a soja.
- › Aumenta a resistência à deficiência hídrica e
- › Controla certas doenças transmitidas através do solo.

### **Necessidade de enxofre para soja.**

Em relação às culturas de trigo e milho, onde se inserem em sistemas de sucessão e rotação, a soja é a mais exigente em relação ao S, requerendo do solo cerca de 8,2 kg de S para cada tonelada produzida, enquanto o milho e o trigo exigem respectivamente, 2,6 kg e 4,3 kg (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidades médias de macronutrientes requeridas para a produção de 1.000 kg de grãos.

Nutriente	Quantidade de macronutriente [kg(1.000 kg) <sup>-1</sup> ]		
	Soja	Milho	Trigo
N	83,5	24,9	28,3
P	8,4	4,3	6,9
K	32,1	18,2	20,6
Ca	15	3,9	3,7
Mg	8,0	4,4	2,1
S	8,2	2,6	4,3

Fonte: MALAVOLTA (1980).

### **Resposta da soja ao enxofre a) necessidade de S**

Um grande conjunto de trabalhos de pesquisa, foram executados no Brasil, com objetivos de observar as tendências de respostas da soja à adubação sulfatada. Como confirmação de uma das hipóteses para os trabalhos, conclui-se que altos rendimentos de soja são observados em função de suprimento de S via adubo.

O enxofre é considerado um nutriente secundário, por ser encontrado nos solos, geralmente, em quantidades suficientes para o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais e de não se constatar sua deficiência, tão freqüente quanto aos demais macronutrientes, entretanto, todas as plantas absorvem enxofre em quantidades semelhantes às do fósforo.

Tabela 3. Quantidade de  $P_2O_5$  nos grãos e na planta toda para diferentes rendimentos da soja.

Parte da planta	Rendimento ( $kg\ ha^{-1}$ )				
	1.020	2.040	3.060	4.080	5.100
	Teor de $P_2O_5$ ( $kg\ ha^{-1}$ )				
Grãos	6,6	15,8	34,3	45,8	59,0
Planta toda	8,9	21,3	46,2	61,6	79,0

Fonte: HANSON (1981).

Hanson (1981) apresentou dados mostrando que a soja tem necessidade crescente de P à medida que os rendimentos se elevam, isto é, para alcançar produtividade de  $1.020\ kg\ ha^{-1}$  houve demanda de  $15,5\ kg$  de  $P_2O_5$  e para produtividade de  $4.080\ kg\ ha^{-1}$  (quatro vezes maior), a demanda de P foi de  $107,40\ kg\ ha^{-1}$ , portanto sete vezes maior (Tabela 3). A concentração de S nos grãos e planta segue a mesma tendência crescente, pois o S tem função catalisadora nas reações que envolvem o fósforo para a formação de aminoácidos. É importante considerar essa informação, pois a soja no Brasil, nos últimos seis anos, teve acréscimo de rendimento, passando de  $2.500\ kg\ ha^{-1}$  em 1996 para  $3.100\ kg\ ha^{-1}$  em 2002, havendo determinadas regiões do País em que o rendimento médio é de  $4.400\ kg\ ha^{-1}$ .

## b) análise nutricional.

Na tabela 4 são apresentados, os resultados de produtividade de soja e o respectivo resultado de análise foliar em função de tratamentos com P e/ou K, aplicados para a sucessão soja - trigo, em um solo de Londrina. A produtividade de soja foi relativa às dose de P e K aplicadas para a sucessão, sendo proporcional à maior ou menor oferta dos nutrientes, confirmada pelos

resultados da análise foliar. A concentração de S nas folhas de soja é considerada suficiente quando seus valores estão entre  $2,0$  a  $4,0\ g\ kg^{-1}$ . No caso presente, os valores de S nas folhas estavam dentro da faixa de normalidade, porém observou-se uma tendência decrescente em função das quantidades de fósforo aplicadas, variando de  $2,63$  a  $1,97\ g\ kg^{-1}$ .

Sobre os dados obtidos e apresentados na tabela 4, aplicou-se o diagnóstico DRIS estabelecido para a soja (Tabela 5).

Numa situação de evidências de desequilíbrio nutricional, promovido pelo manejo da fertilidade do solo, interferindo na absorção de nutrientes, o estado nutricional das plantas pode ser diagnosticado com maior eficiência pelo método DRIS, onde os nutrientes não são considerados pelos seus teores individuais (análises univariadas), mas sim, pelas relações binárias (análises bivariadas). O uso de relações entre vários nutrientes dá maior segurança às interpretações individuais dos nutrientes.

Pelo índice DRIS é possível estabelecer, em ordem decrescente, aqueles nutrientes que são mais ou menos limitantes. Valores negativos indicam deficiência do elemento em relação aos demais, valores positivos, excesso, e quanto mais próximo de zero estiverem esses índices, maior será o equilíbrio nutricional da planta.

A soma, em módulo, dos índices indica o Índice de Balanço Nutricional (IBN). Quanto menor for o IBN, mais próxima a amostra estará do equilíbrio nutricional (Walworth & Sumner, 1978).

Os índices DRIS, observados para o S, foram sempre negativos, de  $-11,7$  a  $-25,8$ , porém, os valores indicaram aumento dos desequilíbrios por deficiência de S, em resposta à adubação com fósforo, indicando que o S foi o nutriente que mais comprometeu o rendimento da soja neste caso.

Tabela 4. Produtividade da soja, ano/safra 98/99, e concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001

Tratamentos				Produtividade	Concentração de nutrientes em folhas.												
Soja		Trigo			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O														
----- kg ha <sup>-1</sup> -----				----- g kg <sup>-1</sup> -----											----- mg kg <sup>-1</sup> -----		
0	0	0	0	2884	49,3	2,75	20,1	9,13	4,10	2,63	49,6	138	127	10,3	75,9		
0	0	50	30	3539	55,6	3,62	22,0	8,35	3,98	2,75	43,7	134	122	11,3	69,1		
0	0	50	0	3344	54,1	3,70	20,1	10,0	4,67	2,69	49,3	149	149	10,6	69,2		
0	0	0	30	2510	45,5	2,54	20,1	14,5	5,44	2,47	84,6	205	239	7,44	61,3		
30	0	50	30	3373	54,1	4,13	22,1	12,7	5,32	2,51	60,6	179	204	8,25	57,6		
60	0	50	30	3389	57,7	4,00	21,7	11,8	4,87	2,39	60,6	178	210	8,52	54,0		
0	50	50	30	3451	54,8	3,62	21,2	10,9	4,42	2,10	52,3	166	181	7,80	52,8		
0	100	50	30	3418	54,2	3,42	21,2	9,92	4,01	2,09	56,3	182	170	7,92	51,7		
30	50	50	30	3542	57,6	3,82	22,2	9,51	4,09	2,13	48,2	160	172	8,26	50,7		
60	100	50	30	3193	55,7	4,31	22,2	8,73	3,71	1,97	43,2	117	169	7,53	44,6		

Fonte: Lantmann et al, 2002.

Tabela 5. Produtividade da soja, ano/safra 98/99, e índice DRIS para concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos					Índice DRIS												
Soja		Trigo		Produti- vidade													
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	IBN	
..... kg ha <sup>-1</sup> .....																	
0	0	0	0	2884	-4,1	-21,0	-6,4	1,6	1,8	-11,7	10,9	17,5	-5,3	-2,4	19,1	9,2	
0	0	50	30	3539	-1,3	-8,5	-2,9	-1,1	-0,8	-12,6	5,4	15,2	-6,3	-0,9	13,8	6,3	
0	0	50	0	3344	-3,9	-4,8	-10,1	1,5	3,6	-15,4	7,9	17,1	-3,7	-4,8	12,5	7,7	
0	0	0	30	2510	-13,0	-10,6	-12,6	11,2	8,3	-20,6	26,5	25,2	2,2	-23,7	7,1	14,6	
30	0	50	30	3373	-6,2	8,9	-11,1	6,1	6,4	-22,2	12,9	30,3	0,1	-19,6	4,4	10,7	
60	0	50	30	3389	-2,1	7,3	-11,9	4,8	3,9	-23,7	13,6	20,7	0,8	-16,7	3,1	9,9	
0	50	50	30	3451	-0,2	2,0	-6,5	5,1	3,6	-25,8	11,6	21,3	-0,1	-16,4	5,3	8,9	
0	100	50	30	3418	0,3	-0,2	-9,7	3,5	0,8	-24,6	14,9	24,7	-0,7	-14,5	5,4	9,0	
30	50	50	30	3542	2,8	3,5	-9,5	2,3	1,8	-23,8	9,8	20,8	-0,2	-12,6	4,9	8,4	
60	100	50	30	3193	5,1	7,7	-9,9	2,3	1,5	-23,5	9,4	15,1	1,2	-12,8	3,8	8,4	

Fonte: Lantmann et al, 2002.

### c) resposta da soja a adubação com S.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados de experimentos conduzidos, pela Embrapa Soja, em quatro localidades do Brasil, durante quatro ou cinco anos com objetivos de verificar a resposta da soja aplicação de S.

Em todos os anos e em todas as localidades, foram observadas repostas positivas a adubação com S, com acréscimos de até 500 kg ha<sup>-1</sup> (Sfredo e Klepker, 2004).

Tabela 6. Produção de grãos de soja (kg/ha), em função de doses de enxofre, aplicadas no 1º ano, em quatro localidades do Brasil e vários anos. Embrapa soja, 2002.

Doses de S	Sambaíba MA 4 anos	Rondonópolis MT 3 anos	Londrina PR 5 anos	P.Grossa PR 5 anos	Média
-----kg/ha-----					
0	3092 b	2726 d	3090 c	2779 bc	2922 c
25	3225ab	2842 cd	3169 bc	2946a	3045 b
50	3169ab	2908 bc	3350a	2897ab	3081ab
75	3220ab	3269a	3260ab	2806abc	3139a
100	3313a	3004 b	3216abc	2726 c	3065ab
C.V.	3,51%				

Fonte: Sfredo e Klepker, 2004.

Na safra 2002/2003 foi conduzido um experimento, pela Embrapa Soja para estudar comparativamente os efeitos de três fontes de S, superfosfato simples, S elementar e gesso em doses de S entre 0 a 240 kg ha<sup>-1</sup>. Verificou-se grande resposta da soja à aplicação de S, com a obtenção de produtividades máximas de 3701 kg ha<sup>-1</sup>,

com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de S para SFS, 3409 kg ha<sup>-1</sup> com 100 kg ha<sup>-1</sup> de S para Selem e com 3430 kg ha<sup>-1</sup> com 69 kg ha<sup>-1</sup> de S para Gesso. Considerando-se a média das três fontes, houve resposta na produção até a dose de 91 kg ha<sup>-1</sup> de S, com produtividade máxima de 3.419 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 7).



Tabela 7. Produção de grãos de soja (kg/ha), em função de doses e fontes de enxofre, aplicadas no 1º ano. Safra 2002/2003 (3º ano) e Média. Bom Jesus, PI. Embrapa soja 2003.

Doses de S	Fontes de S			Média
	SFS	S elementar	Gesso	
	-----kg/ha-----			
0	2825 d	2825 c	2825 c	2825 c
20	3074 c	3174 b	3516 a	3255 b
40	3346 b	3325 ab	3265 b	3312 b
80	3366 b	3392 ab	3372 ab	3376 b
120	3701 a	3423 a	3503 a	3542 a
240	-----	-----	3819	----
C.V.	4,44 %			

Fonte: Sfredo et al, 2003.

Em função do conjunto de resultados, como os aqui apresentados, com respostas significativas da soja à aplicação de S, são recomendadas quantidades de S, de acordo com a classe de teores, conforme indica a tabela 8.

Tabela 8. Indicação de adubação de correção e de manutenção com enxofre (S), conforme as faixas de teores de S no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ), a duas profundidades no perfil do dolo, para a cultura da soja. 2ª aproximação<sup>1</sup>.

Faixas para interpretação		Solo argiloso <sup>2</sup> > 40% de argila		Solo arenoso < 40 % de argila		Quantidades de S a aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )
profundidade (cm)						
0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40	
mg dm <sup>-3</sup>						
Baixo	Baixo	< 5	< 20	< 2	< 6	80 + M <sup>3</sup>
Baixo	Médio	< 5	20 a 35	< 2	6 a 9	60 + M
Baixo	Alto	< 5	> 35	< 2	>9	40 + M
Médio	Baixo	5 a 10	< 20	2 a 3	< 6	60 + M
Médio	Médio	5 a 10	20 a 35	2 a 3	6 a 9	40 + M
Médio	Alto	5 a 10	> 35	2 a 3	> 9	M
Alto	Baixo	> 10	< 20	> 3	< 6	40 + M
Alto	Médio	> 10	20 a 35	> 3	6 a 9	M
Alto	Alto	> 10	> 35	> 3	> 9	M

<sup>1</sup> Sfredo, Kleper, Ortiz e Oliveira Neto, 2003.<sup>2</sup> Metodos: Extração  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  0,01 M  $\text{L}^{-1}$ . Determinação- Turbidimetria.<sup>3</sup> M= Manutenção: 10 kg para cada 1000 kg de produção de grãos esperada.

Fonte: Tecnologias de Produção de Soja Paraná. 2006. p.71.

## Considerações

Com a adoção de variedades de soja mais produtivas e de outras tecnologias para o cultivo de soja no Brasil, os solos devem estar em boas condições de fertilidade e ofertarem situações de equilíbrio entre os nutrientes exigidos pela soja, afim de que se possa obter o máximo de rendimento possível.

Conforme se analisou no presente documento o S é um nutriente fundamental para rendimentos maiores da soja, por ser principalmente um elemento catalisador das principais reações que envolvem o fósforo nas

transformações bioquímicas na soja.

A análise dos resultados obtidos recentemente, para verificar resposta da soja ao S e os estudos de ordem nutricional, mostram haver necessidade de adubações com S para assegurar rendimentos competitivos da soja. A formulação de adubos contendo S para o cultivo da soja, é a forma mais adequada para se acrescentar a S aos sistemas agrícolas, se considerarmos o custo ou a viabilidade técnica entre as fontes via, adubo, aplicação de S elementar ou gesso.

## Referências

- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. Princípios da diagnose foliar. In: ALVARES, V.H.; LONTES, L.E.; FONTES, M.P.F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 646-659.
- BISSANI, C. A.; TEDESCO, M.J. O enxofre no solo. In: BORKERT, C. M. ; LANTMANN, A. F. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA SOJA/IAPAR/SBCS, 1988. p. 11-27.
- JONES, C.A. Proposed modifications of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, p.785-794, 1981.
- HANSON, R. G. DRIS evaluation of N, P K status of determinant soybeans in Brasil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n.9, p. 933-48, 1981.
- JONES, C.A. Proposed modifications of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, p.785-794, 1981.
- LANTMANN, A F; CASTRO, C; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M. Produtividade e análise de alternativas para nutrição da soja em latossolo roxo distrófico sob semeadura direta. In: RESULTADOS de pesquisa da Embrapa Soja 2002: solos. Londrina: Embrapa Soja. 2002 p. 12-15.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação na soja**. [S.I.]: Ultrafertil Departamento de Serviços Técnicos Agrônômicos, 1978. 40 p. (Divulgação Técnica, 5).
- MALAVOLTA, E. ; MALAVOLTA.M.L. Diagnose foliar princípios e aplicações. In: BULL, L.T.; ROSOLEM, C.A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: FEPAP, 1989. P. 227-309.
- PAVAN, M.A.; VOLKWEISS, S.J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta: princípios. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., 1985, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1986. p.107-118.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 30 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 33)
- SFREDO, G. J.; KLEPKER, D.; SIBALDELLI, R.; MORAIS, J. Z. de. Estudo da disponibilidade de enxofre para a cultura da soja em solos do Brasil (04.2000.326-05). In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 34-37. (Embrapa Soja. Documentos, 215).
- SFREDO, G. J.; KLEPKER, D. Effect of sulfur application on soybean production, in four soil types of Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 118. (Embrapa Soja. Documentos, 228). Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.
- TECNOLOGIAS de produção de soja - Paraná 2006. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 71. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 8).
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation system (DRIS) **Advances in Soil Science**, v.6, p. 149-188, 1987.

### Circular Técnica, 53

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Soja**  
 Cx. Postal 231  
 86001-970 - Londrina, PR  
 Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100  
 Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>  
 e-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

1ª edição

1ª impressão (2007): tiragem 1.000 exemplares

Ministério da  
 Agricultura, Pecuária  
 e Abastecimento

Governo  
 Federal

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Manoel Carlos Basso  
**Secretário Executivo:** Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite  
**Membros:** Antonio Ricardo Panizzi, Claudine Dinali Santos Seixas, Francimar Corrêa Marcelino, Ivan Carlos Corso, José Miguel Silveira, Maria Cristina Neves de Oliveira, Rafael Moreira Soares, Ricardo Vilela Abdelnoor

### Expediente

**Supervisão editorial:** Odilon Ferreira Saraiva  
**Normalização bibliográfica:** Ademir Benedito Alves de Lima  
**Editoração eletrônica:** Danilo Estevão